


 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011128657/28, 11.07.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.07.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.07.2011

(45) Опубликовано: 27.12.2012 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 101192 U1, 10.01.2011. SU 709982 A1,  
15.01.1980. SU 960585 A1, 23.09.1982. JP  
0056122933 A, 26.09.1981.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности, Т.В.  
Маркс

(72) Автор(ы):

Вьюхин Владимир Викторович (RU),  
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),  
Конашков Виктор Васильевич (RU),  
Цепелев Владимир Степанович (RU),  
Тягунов Геннадий Васильевич (RU)

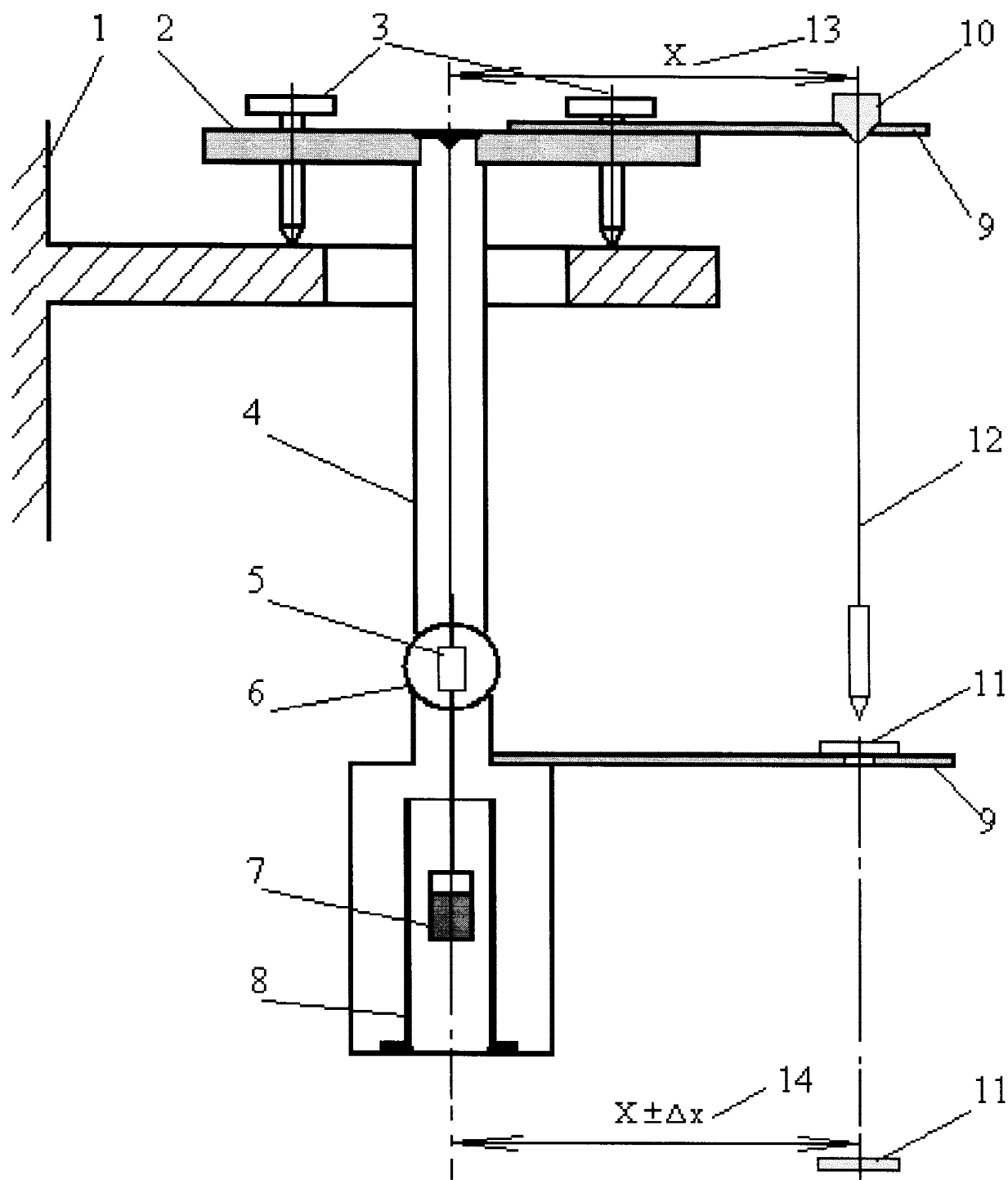
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина"  
(RU)**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ И ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к физике и металлургии, а именно к устройствам, используемым в исследовательских и лабораторных работах, и применяется для измерения физических параметров расплавов. Устройство содержит капитальную стену с консолью, электропечь, тигель с расплавом, фланец с винтами. В устройство введены две параллельные полки с соосными отверстиями, блок индикации положения оси электропечи и блок коррекции положения оси электропечи. Блок индикации положения оси электропечи выполнен в виде узла, состоящего либо из зафиксированного на уровне верхней точки подвеса упругой нити верхнего конца отвеса и мишени, причем нижний конец отвеса свободно перемещается над мишенью, либо из лазерного нивелира и нивелирной мишени,

причем лазерный нивелир зафиксирован на уровне верхней точки подвеса упругой нити. Блок коррекции положения оси электропечи выполнен в виде регулируемого фланца с несколькими, например тремя, опорными регулируемыми винтами, расположенными по окружности этого фланца с шагом, например, 120 град. Одна полка зафиксирована на уровне фланца с винтами, другая полка зафиксирована на уровне зоны нагрева электропечи, отверстия полок соосны и расположены на одинаковом расстоянии от оси электропечи, равном, по меньшей мере, 0,3 метра. Технический результат: сокращение времени подготовки к эксперименту, ускорение и упрощение экспериментов, обеспечение равномерности и предсказуемости нагрева расплава, а также обеспечение сравнимости результатов экспериментов. 1 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011128657/28, 11.07.2011**(24) Effective date for property rights:  
**11.07.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **11.07.2011**(45) Date of publication: **27.12.2012 Bull. 36**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU,  
Tsentr intellektual'noj sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**V'jukhin Vladimir Viktorovich (RU),  
Povodator Arkadij Moiseevich (RU),  
Konashkov Viktor Vasil'evich (RU),  
Tsepelev Vladimir Stepanovich (RU),  
Tjagunov Gennadij Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovaniya "Ural'skij  
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta  
Rossii B.N. El'tsina" (RU)**

**(54) DEVICE FOR DETERMINING VISCOSITY AND ELECTRIC RESISTANCE OF MOLTEN METALS**

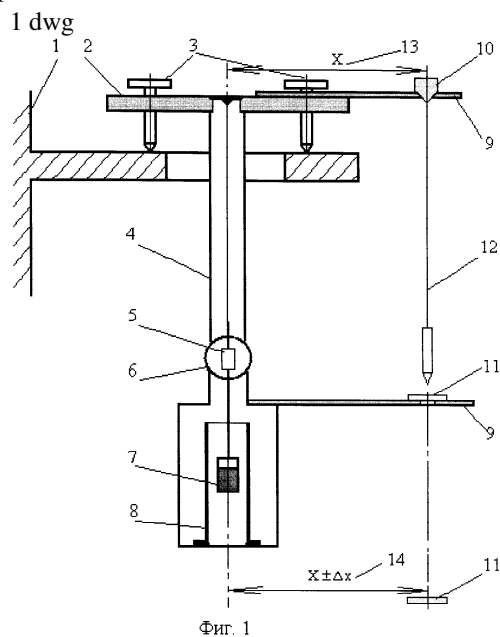
(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: device includes main wall with console, electric furnace, melting pot with molten metal and flange with screws. Two parallel flanges with coaxial holes, indication unit of electric furnace axis position and correction unit of electric furnace axis position are introduced to the device. Indication unit of electric furnace axis position is made in the form of an assembly consisting either of elastic thread suspension fixed on the level of upper point, upper end of lead and target, at that, lower end of lead freely moves above the target, or laser level and levelling target; at that, laser level is fixed on the level of upper point of elastic thread suspension. Correction unit of electric furnace axis position is made in the form of adjustable flange with several, for example, three support adjustable screws located in circumferential direction of that flange with a pitch for example of 120 degrees. One flange is fixed on the level of flange with screws, the other flange is fixed on the level of electric furnace heating zone, holes of flanges are coaxial and located at equal distance from electric furnace

axis, at least 0.3 metre.

EFFECT: shortening of preparation time period for experiment, expedition and simplification of experiments, provision of uniform and predictable heating of molten metal, and comparability of experimental results.



Предлагаемое изобретение относится к физике и металлургии, а именно к устройствам, используемым в исследовательских и лабораторных работах, и применяется для измерения физических параметров расплавов. Устройство предназначено для бесконтактного измерения кинематической вязкости и электросопротивления металлических расплавов, в частности высокотемпературных, фотометрическим методом на основе измерения затухания крутильных колебаний цилиндрического тигля с расплавом в вертикальной электропечи.

Определение параметров металлических расплавов в объеме нескольких см<sup>3</sup> позволяет демонстрировать их структурно-чувствительные характеристики, проводить прогностический анализ и давать рекомендации для получения сплавов с заданными характеристиками, в частности выделять критические температурные точки и гистерезисные характеристики цикла нагрева - охлаждения. Для высокотемпературных (до 2000°С) исследований металлических расплавов используют немногие методы и устройства для их реализации. В частности, это устройства, в которых используют нестационарный бесконтактный фотометрический (на базе измерения траектории отраженного от зеркала светового луча - «зайчика») метод определения кинематической вязкости и электросопротивления посредством изучения параметров крутильных колебаний упругой нити с коаксиально подвешенным на ней по отношению к электронагревателю тиглем с расплавом. Одно из необходимых условий в этом методе - высокая однородность температурного поля в рабочей части электропечи - см. С.И.Филиппов и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов», М., Металлургия, 1968, с.249. Для осуществления этого условия используют различные способы реализации коаксиальности тигля и электронагревателя, даже такие экзотические и неудобные, как, например, тяжелый, до 1,5 кг, груз - противовес под тиглем - см. вышеуказанное С.И.Филиппов и др. с.254-255, рис.107.

Известно устройство для бесконтактного измерения вязкости высокотемпературных металлических расплавов - см. патент на полезную модель РФ №69249 G01/N 11/16, публ. 10.12.2007, бюлл. №34 - аналог, содержащее вертикальную электропечь, вискозиметрический модуль в вакуумируемой и водоохлаждаемой цилиндрической камере, вдоль оси которой в зоне нагрева цилиндрического электронагревателя размещена подвесная система с цилиндрическим тиглем, блок разгона подвесной системы на заданный угол для запуска крутильных колебаний, зеркало, источник света, фотоприемное устройство, компьютер. Недостатком устройства является необходимость трудоемкой коррекции коаксиальности оси электропечи, в частности, для реализации вышеуказанного требования высокой однородности температурного поля в рабочей части электропечи. Следовательно, не обеспечены быстрая подготовительная процедура перед собственно экспериментом, отсутствие касания тигля и электронагревателя и коаксиальность тигля с расплавом и электронагревателя. Отсюда не обеспечена равномерность и предсказуемость нагрева расплава и хода эксперимента, а длительный ненормированный процесс подгонки положения тигля внутри электронагревателя требует высокой квалификации экспериментатора и не позволяет упростить и ускорить эксперимент.

Известно устройство, содержащее капитальную стену с консолью, электропечь, тигель с расплавом, фланец с винтами. Конструктивно электропечь состоит из двух частей разного диаметра общей высотой около 1 м, в нижней части - вакуумируемой и водоохлаждаемой цилиндрической камере, в зоне нагрева электронагревателя (диаметром 50 мм и длиной 200 мм) этой электропечи размещен на упругой подвеске

тигель диаметром 10-20 мм, содержащий металлический расплав, с общей длиной подвесной системы 600-800 мм. Верхняя трубчатая часть электропечи меньшего диаметра, через которую производят загрузку тигля в вышеуказанную цилиндрическую камеру, сквозь которую проходит упругая проволоочная подвеска с закрепленным на ней зеркалом, соединена сваркой с нижней частью электропечи. Сверху этой трубчатой части находится фланец - узел крепления электропечи («головка»), который выполнен съемным и служит для загрузки тигля - см.

С.И. Филиппов и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов», М., Металлургия, 1968, с.250-251, рис.105 - прототип. Такая конструкция требует высокой точности изготовления при сварочных работах, с учетом стыковки верхней и нижней части электропечи. Одним из условий измерений является коаксиальное размещение тигля в центре низкоградиентной тепловой зоны электронагревателя без соприкосновений с его стенками. Процедуру загрузки и коррекции положения тигля производят перед каждым экспериментом посредством визуального наблюдения через верхнюю трубчатую часть электропечи (меньшего диаметра) диаметром 30-50 мм сверху, через фланец («головку») электропечи, что требует высокой квалификации экспериментатора и занимает до 1 часа времени. Иногда, особенно при высокотемпературных экспериментах, вплоть до 1 раза в неделю, требуется замена поврежденного электронагревателя, производимая через нижнюю разборную часть электропечи, что требует разборки и сборки электропечи. Это влечет за собой смещение от вертикали оси электропечи, появляется некоаксиальность размещения тигля с расплавом в электронагревателе, не обеспечена равномерность и предсказуемость нагрева расплава и хода эксперимента, для устранения чего необходима трудоемкая коррекция коаксиальности тигля с расплавом в электронагревателе экспериментатором высокой квалификации.

Таким образом, недостатком этого устройства, как и вышеуказанного, является отсутствие обеспечения быстрой подготовительной процедуры перед собственно экспериментом, что не только исключает касание тигля с расплавом и электронагревателя, но и гарантирует коаксиальность тигля с расплавом и электронагревателя. Поэтому не обеспечена равномерность и предсказуемость нагрева расплава, при этом предъявляются повышенные требования к качеству и точности сборки электропечи. Вышеперечисленное не позволяет упростить и ускорить эксперимент, требует трудоемкого ненормированного процесса коррекции положения тигля внутри электронагревателя и не позволяет осуществить самостоятельное проведение экспериментов персоналом невысокой квалификации, например студентами.

Задачей предлагаемого устройства является сокращение времени подготовки к эксперименту, ускорение и упрощение экспериментов при определении кинематической вязкости и электросопротивления металлических расплавов, обеспечение равномерности и предсказуемости нагрева расплава, а также обеспечение сравнимости результатов экспериментов.

Для решения поставленной задачи предлагается устройство для определения кинематической вязкости и электросопротивления расплавов.

В устройство для определения вязкости и электросопротивления металлических расплавов, содержащее капитальную стену с консолью, электропечь, тигель с расплавом, фланец с винтами, введены две параллельные полки с соосными отверстиями, блок индикации положения оси электропечи и блок коррекции положения оси электропечи, блок индикации положения оси электропечи выполнен в

виде узла, состоящего либо из зафиксированного на уровне верхней точки подвеса упругой нити верхнего конца отвеса и мишени, причем нижний конец отвеса свободно перемещается над мишенью, либо из лазерного нивелира и нивелирной мишени, причем лазерный нивелир зафиксирован на уровне верхней точки подвеса упругой нити, блок коррекции положения оси электропечи выполнен в виде регулируемого фланца с несколькими, например тремя, опорными регулируемыми винтами, расположенными по окружности этого фланца с шагом, например, 120 град., одна полка зафиксирована на уровне фланца с винтами, другая полка зафиксирована на уровне зоны нагрева электропечи, отверстия полок соосны и расположены на одинаковом расстоянии от оси электропечи, равном, по меньшей мере, 0,3 метра.

Отличительные признаки предложенного технического решения обеспечивают коаксиальность тигля с расплавом и электронагревателя, равномерность нагрева расплава, сокращение времени подготовки к эксперименту, в конечном итоге - ускорение и упрощение экспериментов при определении кинематической вязкости и электросопротивления металлических расплавов, а также обеспечение сравнимости экспериментов. Обеспечивается возможность уменьшения напряженности труда исследователя и расширение сферы применения предлагаемого устройства, в частности обеспечивается возможность работы с устройством малоквалифицированному персоналу, например студентам.

Предлагаемое изобретение иллюстрируется блок-схемой на фиг.1.

Устройство для определения кинематической вязкости и электросопротивления расплавов содержит капитальную стену с консолью 1, фланец 2, регулировочные винты 3, цилиндрическую электропечь 4, зеркало 5, окно для прохождения светового луча 6, тигель с расплавом 7, электронагреватель 8, две горизонтальные параллельные полки с соосными отверстиями 9, блок индикации положения оси 10, мишень 11, нить отвеса 12.

Устройство выполнено на следующих элементах: фланец 2 с опорными регулировочными винтами 3, в количестве, например, трех штук, расположенных под углом 120 град., и горизонтальные параллельные полки с соосными отверстиями 9 - стальные, цилиндрическая электропечь 4 сварная, изготовлена из нержавеющей стали, тигель 7 изготовлен из высокотемпературной бериллиевой керамики и подвешен на упругой нихромовой нити - подвеске длиной 650 мм и диаметром около 0,1 мм, на которой закреплено зеркало 5 напротив окна для прохождения светового луча 6, цилиндрический бифилярный электронагреватель 8 выполнен из листового молибдена толщиной 0,3 мм, блок индикации положения оси 10 - фиксированный верхний конец веревочной нити отвеса 12 либо лазерный нивелир типа XLineR COMBO фирмы CO - NDT-ROL производства КНР, мишень 11 - расчерченный лист миллиметровой бумаги либо лазерная мишень с ортогональными щелями и фотосенсорами. Горизонтальные полки с соосными отверстиями 9 зафиксированы параллельно друг другу, например, посредством сварки на фланце 2 и электропечи 4, перпендикулярно оси электропечи 4, оси отверстий в полках 9 находятся на примерно одинаковом расстоянии от оси электропечи 4, равном, по меньшей мере, 0,3 метра. Это расстояние 13 для верхней полки 9 равно X, расстояние 14 для нижней полки 9 равно  $X \pm \Delta X$ .

Устройство работает следующим образом. Проверка коаксиальности может быть произведена в двух режимах - как с загрузкой, так и без загрузки тигля 7 внутрь коаксиального цилиндрического молибденового электронагревателя 8. При этом в отверстиях горизонтальной верхней полки 9 фиксируется веревочная нить отвеса 12, опускается груз (наконечник) отвеса, размещенный на конце нити отвеса 12, который

перемещается над мишенью 11, зафиксированной либо на второй полке 9 либо на полу помещения, что может увеличить точность определения коаксиальности подвесной системы с тиглем 7 на нижнем конце относительно электронагревателя 8. В другом варианте вместо нити отвеса 12 используют направленный вниз один из лучей лазерного нивелира типа XLiner COMBO фирмы CO-NDT-ROL, установленного на верхней полке 9 и являющегося блоком индикации положения оси 10. В качестве мишени 11 используют лазерную мишень с ортогональными щелями и фотосенсорами, из комплекта вышеуказанного нивелира, содержащую дополнительные фотоэлектронные сенсоры. Сигнал от них может быть использован для автоматической компьютерной регулировки коаксиальности подвесной системы с тиглем 7 на нижнем конце относительно электронагревателя 8. При этом крестообразный лазерный ортогональный луч, выходящий с торца нивелира под углом 90 град. по отношению к вертикальному лучу, эквивалентному нити отвеса 12, и направленный, например, на капитальную стену с консолью 1, позволяет корректировать точную установку нивелира на верхней полке 9 в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Затем посредством регулировочных винтов 3 осуществляют регулировку коаксиальности посредством контроля положения нити отвеса 12 либо лазерного луча нивелира на мишени 11. При этом стремятся получить совпадение величины расстояния 13 между осью электропечи 4 и осью мишени 11, равного  $X$  на уровне верхней полки 9, и величины расстояния 14, равной  $X \pm \Delta X$  между осью электропечи 4 и осью мишени 11, причем величина  $\Delta X$  стремится к нулю. После окончания регулировки начинают собственно эксперимент, при котором тигель 7 с расплавом, подвешенный на упругой нити в электронагревателе 8, обеспечивающем изотермическую зону, нагревают до требуемой температуры, затем от блока электропитания (на схеме не показан) подают напряжение питания на блок разгона (на схеме не показан), создающий крутильные колебания тигля 7, после чего определяют параметры затухания колебаний. По этим параметрам в соответствии с известными формулами вычисляют вязкость или электросопротивление расплава.

Техническим результатом предлагаемого решения является осуществление равномерности нагрева расплава по всему его объему, повышение достоверности результатов эксперимента и обеспечение их сравнимости, а также сокращение времени подготовки к эксперименту, ускорение и упрощение экспериментов. Могут быть уменьшены требования к точности сборки электропечи. Обеспечивается возможность снижения напряженности труда исследователя и работы малоквалифицированного персонала, например студентов.

Предложенное техническое решение, содержащее вышеуказанные совокупности ограничительных и отличительных признаков, не выявлено в известном уровне техники, что при достижении вышеописанного технического результата позволяет считать предложенное техническое решение имеющим изобретательский уровень.

#### Формула изобретения

Устройство для определения вязкости и электросопротивления металлических расплавов, содержащее капитальную стену с консолью, электропечь, тигель с расплавом, фланец с винтами, отличающееся тем, что в него введены две параллельные полки с соосными отверстиями, блок индикации положения оси электропечи и блок коррекции положения оси электропечи, блок индикации положения оси электропечи выполнен в виде узла, состоящего либо из зафиксированного на уровне верхней точки подвеса упругой нити верхнего конца

отвеса и мишени, причем нижний конец отвеса свободно перемещается над мишенью, либо из лазерного нивелира и нивелирной мишени, причем лазерный нивелир зафиксирован на уровне верхней точки подвеса упругой нити, блок коррекции положения оси электропечи выполнен в виде регулируемого фланца с несколькими, например тремя, опорными регулируемыми винтами, расположенными по окружности этого фланца с шагом, например,  $120^\circ$ , одна полка зафиксирована на уровне фланца с винтами, другая полка зафиксирована на уровне зоны нагрева электропечи, отверстия полок соосны и расположены на одинаковом расстоянии от оси электропечи, равном, по меньшей мере, 0,3 м.

15

20

25

30

35

40

45

50